

Variasi morfologi, isozim dan kandungan vitamin C pada varietas buah naga

BANATI RAHMAWATI^{1*}, EDWI MAHAJOENO²

Rahmawati B, Mahajoeno E. 2010. *Variation of morphology, isozymic and vitamin C content of dragon fruit varieties.*

The aims of the research was to study the variation of morphology, the band pattern of isozyme, and vitamin C content of dragon fruit (*Hylocereus* spp.) varieties such as super red, red and white from Pasuruan (East Java), Sukoharjo and Klaten (Central Java), and Bantul districts (Yogyakarta). Morphological character were carried include fruit, stem, and flowers of each variety of dragon fruit. The isozymic pattern was analyzed using NTSYS 2.02i. The data matrix was counted based on the DICE coefficient. The clustering was done by applying UPGMA which counted through SHAN. Vitamin C content measured by titration method then analyzed descriptively. The results showed that the higher vitamin C content was found from super red of Pasuruan (6.00) and then followed by red color (5.376) and super red (5.113) both from Bantul. The morphological variation on the stem and petal colors, and fruits were also shown by the isozymic data of three varieties of dragon fruits collected from four separated locations. Esterase (EST) showed 18 bands and forming four (4) groups based on 75% genetic similarity index. The specific band occurred on Rf 0.633 of red varieties of dragon fruit from Bantul and on Rf 0.755 from Pasuruan. The specific band also occurs on Rf 0.347 of white variety from Bantul and on Rf 0.510 and on Rf 0.633 from Klaten. Glutamic oxaloacetic transaminase (GOT) enzyme shows 12 bands and also forming four groups with a little difference for member in the fourth group. The specific band occurs on Rf 0.321 of red color fruit from Pasuruan. The specific band also occurs on the white from Pasuruan on Rf 0.446 and on Rf 0.482. The variation of dragon fruits were also supported by isozymic data indicated that the morphological character were in accordance with the genetics data.

Key words: dragon fruit, *Hylocereus*, morphology, isozyme, vitamin C.

♥ Alamat korespondensi:

- ¹ SMP Negeri 5 Surakarta, Jl. Diponegoro No. 45, Surakarta 57131, Jawa Tengah, Indonesia; Tel./Fax.: +92-271-634930, email: smpn5solo@smpn5solo.sch.id
² Program Studi Biosains, Program Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret, Surakarta 57126, Jawa Tengah, Indonesia

Manuskrip diterima: 17 Juli 2009.
 Revisi disetujui: 28 Agustus 2009.



Edisi bahasa Indonesia dari:
 Rahmawati B, Mahajoeno E. 2009. *Variation of morphology, isozymic and vitamin C content of dragon fruit varieties.* Nusantra Bioscience 1: 131-137

Abstrak. Rahmawati B, Mahajoeno E. 2010. *Variasi morfologi, isozim dan kandungan vitamin C pada varietas buah naga.*

Penelitian ini bertujuan untuk menguji keragaman variasi morfologi, pola pita isozim dan kandungan vitamin C pada buah naga (*Hylocereus* spp.) berdaging merah super, merah, dan putih dari Kabupaten Pasuruan (Jawa Timur), Sukoharjo dan Klaten (Jawa Tengah), serta Bantul (Yogyakarta). Data morfologi diuraikan secara deskriptif meliputi buah, batang, dan bunga dari setiap varietas buah naga. Data pola pita isozim dianalisis menggunakan program NTSYS 2.02i. Data matrik dihitung berdasarkan koefisien DICE. Pengelompokan dilakukan dengan UPGMA yang dihitung melalui SHAN. Kandungan vitamin C diketahui dengan metode titrasi dan dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan vitamin C tertinggi terdapat pada merah super Pasuruan (6,00), diikuti merah Bantul (5,376) dan merah super Bantul (5,113). Variasi morfologi terjadi pada warna batang, kelopak bunga dan rasa daging buah yang ditunjukkan juga pada pola pita isozim ketiga varietas dari empat lokasi pengamatan. Enzim esterase (EST) mengekspresikan 18 pita yang membentuk empat kelompok berdasarkan jarak kemiripan 75%. Pita spesifik muncul pada buah naga berdaging merah pada Rf 0,633 dari Bantul dan pada Rf 0,755 dari Pasuruan. Pita spesifik juga dimiliki untuk buah naga putih pada Rf 0,347 dari Bantul serta pada Rf 0,510 dan Rf 0,633 dari Klaten. Enzim glutamat oksaloasetat transaminase (GOT) mengekspresikan 12 pita dan memperlihatkan empat kelompok dengan keanggotaan sedikit berbeda di kelompok keempat. Pita spesifik muncul pada varietas buah naga berdaging merah pada Rf 0,321 dari Pasuruan. Pita spesifik juga muncul pada buah naga berdaging putih dari Pasuruan pada Rf 0,446 dan Rf 0,482. Terjadinya variasi pada buah naga yang di uji dan didukung oleh data isozim menunjukkan bahwa data genetik mendukung karakter morfologi.

Kata kunci: buah naga, *Hylocereus*, morfologi, isozim, vitamin C

PENDAHULUAN

Buah naga mempunyai nilai ekonomi tinggi dan bermanfaat untuk mengobati berbagai jenis penyakit (Suryono 2006). Buah naga diyakini dapat menurunkan kadar kolesterol, menyeimbangkan kadar gula darah, mencegah kanker usus, menguatkan fungsi ginjal dan tulang, menguatkan daya kerja otak, meningkatkan ketajaman mata serta sebagai bahan kosmetik (Suryono 2006). Buah naga kaya akan potasium (K), ferum (Fe), sodium (Na), kalsium (Ca), dan serat yang baik untuk kesehatan dibandingkan buah-buahan yang lainnya (Sari 2009).

Studi keragaman hayati dewasa ini banyak mendapatkan perhatian baik di tingkat nasional maupun internasional. Kajian keragaman hayati meliputi keragaman antar ataupun dalam jenis maupun populasi (Murphy *et al.* 1993; Karcicio *et al.* 2003; Yunus 2007a,b; Julisaniah *et al.* 2008). Kajian kekerabatan spesies telah dipelajari hingga struktur organisasi dan evolusi suatu genom (Purwanto *et al.* 2002). Agar diperoleh hasil yang dapat memperkuat batasan takson, mengkaji hubungan kekerabatan, menentukan dan klasifikasi khususnya kategori jenis dan tingkat takson di bawah jenis, maka diperlukan suatu penanda yang akurat. Penanda yang biasa digunakan adalah karakter morfologi tumbuhan. Kelemahan penanda morfologi adalah didasarkan pada sifat fenotip sedang ragam genetik yang diperoleh masih bersifat dugaan dan masih dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Cahyari *et al.* 2004). Penanda yang lebih akurat adalah penanda molekuler seperti isozim dan analisis DNA.

Penggunaan penanda isozim mempunyai kelebihan karena isozim diatur oleh gen tunggal dan bersifat kodominan dan pewarisan, bersegregasi secara normal menurut nisbah mendel kolinier dengan gen dan merupakan produk langsung gen. Penanda ini bersifat stabil karena tidak dipengaruhi oleh faktor lingkungan lebih cepat dan akurat karena tidak menunggu tanaman sampai bereproduksi (Cahyarini *et al.* 2004). Menurut Rahayu *et al.* (2006) kelebihan isozim antara lain menghasilkan data yang lebih akurat karena isozim merupakan ekspresi gen akhir, relatif sederhana memerlukan biaya cukup rendah bila dibandingkan dengan penanda molekuler lain. Isozim memiliki beberapa karakteristik dan keuntungan (Hadiati *et al.* 2002) antara lain: (i) produk dari alel yang berbeda bergerak pada posisi yang berbeda dalam gel, (ii)

alel yang berbeda biasanya diwariskan secara kodominan, bebas dari epistasis, sehingga individu homozigot dapat dibedakan dari heterozigot, (iii) sering kali posisi pita merupakan produk dari suatu lokus sehingga memungkinkan untuk mendeteksi jumlah gen yang mengkode suatu enzim dengan menganalisis pola pita dari enzim tersebut, (iv) peralatan dan bahan yang diperlukan relatif murah dan percobaan dapat dilakukan dengan mudah di laboratorium, (v) jumlah sampel yang banyak dapat dianalisis dengan waktu yang singkat, dan (vi) dapat dilakukan pada fase bibit sehingga menghemat waktu, tempat dan biaya.

Vitamin C memiliki peran sangat penting dalam memperkuat daya tahan tubuh untuk memerangi infeksi. Binatang dan manusia tidak dapat mensintesis vitamin C, diduga karena kekurangan enzim yang diperlukan untuk mengubah asam L-gulonol menjadi asam askorbat dalam makanan, sehingga asupan vitamin C harus terdapat dalam diet (Airey 2005)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi morfologi, pola pita isozim dan kandungan vitamin C pada varietas tanaman buah naga berdaging super merah, merah dan putih dari Pasuruan, Sukoharjo, Klaten dan Bantul

BAHAN DAN METODE

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian pola pita isozim dilakukan di Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada (UGM) Yogyakarta dan penelitian kandungan vitamin C dilakukan di Laboratorium Pusat MIPA Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta.

Bahan

Uji morfologi dilakukan terhadap batang, buah, dan bunga tanaman buah naga berdaging super merah (*Hylocereus costaricensis*), merah (*Hylocereus polyrhizus*), dan putih (*Hylocereus undatus*). Uji pola pita isozim digunakan pucuk batang tanaman buah naga yang diambil di Pasuruan, Sukoharjo, Klaten dan Bantul. Bahan uji kandungan vitamin C adalah buah naga yang sudah masak.

Pengamatan morfologi tanaman buah naga

Variabel yang diamati dari morfologi tanaman buah naga adalah batang, bunga, dan buah. Pengamatan morfologi mengacu pada Kristanto (2008).

Keragaman penanda isozim

Pengambilan sampel. Batang muda dari setiap tanaman sampel, kemudian ditimbang dengan timbangan analitik hingga mencapai 100 mg dan diletakkan pada mortar untuk diekstrak.

Ekstraksi sampel. Batang muda dihancurkan dengan mortar, kemudian diberi larutan ekstrak buffer sekitar 1 mL dan dilumatkan lagi hingga halus kemudian dimasukkan ke tabung ependorf. Menyiapkan centrifuge hingga dingin (suhu $\pm 0^{\circ}\text{C}$), dan diputar dengan kecepatan 700-1500 rpm selama ± 20 menit. Supernatan yang jernih dapat segera digunakan untuk elektroforesis atau didinginkan pada suhu -20°C untuk kemudian digunakan. Pemakaian bahan segar memberikan hasil terbaik (Arulsekar dan Parfit 1986).

Pembuatan gel poliakrilamid. Gel poliakrilamid terdiri atas 2 bagian, yaitu running gel yang terletak di bagian bawah dengan konsentrasi 7.5% dan spacer gel yang terletak di bagian atas running gel dengan kepekatan 3.75%. Bahan poliakrilamid lebih menguntungkan daripada gel inti oleh karena bersifat transparan sehingga dapat discan pada daerah sinar tampak maupun ultraviolet. Pada umumnya gel akrilamida sama sekali tidak bermuatan sedangkan gel pati mengandung karboksil dalam proporsi kecil yang pada pH netral akan bermuatan negatif (Nur dan Adijuwana 1989).

Pembuatan running gel. Seluruh larutan bahan dicampur, setelah homogen campuran dimasukkan ke glass electrophoresis. Pada bagian tepi kiri, kanan dan bawah dipasang sekat (*shiled tube*). Selanjutnya untuk membuat permukaan gel menjadi rata, ditambahkan alkohol dan air, lalu alkohol dan air disedot dengan aspirator agar bagian atas running gel dapat dituangi dengan spacer gel.

Pembuatan spacer gel. Setelah larutan dicampur dan homogen, campuran ini dimasukkan dalam gelas elektroforesis tepat di atas *running gel*, kemudian sisiran dipasang pada *spacer gel* dan gelas elektroforesis dipanasi dengan lampu neon $\pm 0,5-1$ jam agar memadat. Setelah memadat, sisiran dilepas sehingga terdapat lubang-lubang yang akan diisi dengan supernatan.

Proses elektroforesis. Proses elektroforesis dilakukan menggunakan alat elektroforesis tipe vertikal, lengkap dengan catu dayanya. Langkah pertama, penutup bak elektroforesis dibuka dan bak diisi larutan elektroda buffer thank setinggi ± 2 cm. Larutan ini berfungsi sebagai penghantar arus listrik selama elektroforesis secara berhadapan-hadapan, lalu ditambahkan larutan *running buffer thank* ke bagian dalam plat yang

telah dipasang berhadapan tersebut, tetapi tidak sampai penuh, kemudian larutan supernatan diisikan ke dalam lubang sampel sebanyak 5 μL dengan stepper. Selanjutnya sisa *buffer thank* diisikan lagi hingga memenuhi bak elektroforesis dan bak penutup dipasang kembali. Proses elektroforesis dilakukan dengan arus listrik sebesar ± 100 mA selama 180-200 menit.

Proses pewarnaan. Pewarnaan dilakukan setelah proses elektroforesis, dengan pewarna enzim esterase (EST), dan glutamat oksaloasetat transaminase (GOT).

Pengamatan gel. Setelah dilakukan proses pewarnaan dan terlihat Gambar pola pita pada gel, maka dilakukan proses fiksasi (gel diletakkan dalam larutan etanol 60% + akuades dan ditutup kaca, lalu dimasukkan ke refrigerator). Tujuannya untuk membantu mengawetkan gel dengan cara menghentikan reaksi kimia yang terjadi pada gel.

Pembuatan dendogram. Pola pita isozim hasil elektroforesis diinterpretasikan dalam zimogram, kemudian diubah menjadi data biner, dan di Gambar dendogramnya. Pengukuran jarak migrasi (RF) diukur dari jarak pita yang tampak dibagi dengan jarak migrasi terjauhnya.

Vitamin C buah naga

Untuk analisis vitamin C menggunakan metode titrasi Iod merujuk pada Sudarmadji *et al.* (1984). Sebanyak 14.88 g buah naga masak dihancurkan sampai terbentuk bubur, ditambahkan 100 mL aquades, bubur disaring, didapatkan filtrat. Sebanyak 10 mL filtrat dititrasi dengan 0,01 N standard yodium sampai muncul warna biru yang tidak hilang dalam 15 detik. Volume titrasi yodium dikonversikan ke dalam asam askorbat, dimana 1 mL 0,01 standar yodium setara dengan 0,88 mg vitamin C.

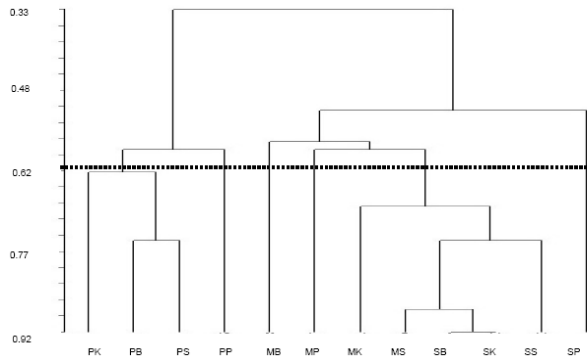
Analisis data

Hasil pengamatan morfologi buah naga diuraikan secara deskriptif. Pola pita isozim yang diperoleh dianalisis secara kualitatif berdasarkan muncul tidaknya pita pada gel dan secara kuantitatif berdasarkan tebal tipisnya pita yang terbentuk. Keragaman pola pita ditentukan berdasarkan nilai RF. Data biner yang dihasilkan dibuat dalam persamaan matrik. Data matrik dihitung berdasarkan koefisien DICE. Pengelompokan dilakukan dengan UPGMA (*Unweighted Pair Group with Arithmetic Mean*) yang dihitung melalui SHAN pada program NTSYS (Rolf 1993). Hasil kuantitatif kadar vitamin C dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi

Data morfologi sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1, selanjutnya diubah menjadi data biner. Pengelompokan dilakukan dengan UPGMA yang dihitung melalui SHAN pada program NTSYS (Rolf 1993). Dendrogram morfologi diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Dendrogram tanaman buah naga berdasarkan sifat morfologi. Keterangan: PK: putih

Klaten, PB: putih Bantul, PS: putih Sukoharjo, PP: putih Pasuruan, MB: merah Bantul, MP: merah Pasuruan, MK: merah Klaten, MS: merah Sukoharjo, SB: super merah Bantul, SK: super merah Klaten, SS: super merah Sukoharjo, SP: Super merah Pasuruan.

Tabel 2. Pembagian kelompok buah naga pada jarak kemiripan 0,60 atau kemiripan 60%.

Kelompok	Varietas	Kode
I	Putih Klaten	PK
	Putih Bantul	PB
	Putih Sukoharjo	PS
II	Putih Pasuruan	PP
III	Merah Bantul	MB
IV	Merah Pasuruan	MP
V	Merah Klaten	MK
	Merah sukoharjo	MS
	Super merah Bantul	SB
	Super merah Klaten	SK
	Super merah Sukoharjo	SS
VI	Super merah Pasuruan	SP

Tabel 1. Morfologi tanaman buah naga berdaging putih, merah dan super merah pada empat lokasi pengamatan.

Asal buah		Super Merah				Merah				Putih			
		P	S	K	B	P	S	K	B	P	S	K	B
Bentuk batang	Segitiga	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	Segiempat							√					
Bentuk buah	Bulat	√	√	√	√	√	√	√		√		√	
	Lonjong								√	√		√	
Lekuk batang	Sedikit (5-15 mm)		√	√	√		√	√	√				
	Sedang (16-21 mm)	√								√	√	√	√
	Dalam (22-28 mm)					√							
Warna batang	Hijau keputihan	√	√						√				√
	Hijau muda										√	√	
	Hijau tua			√	√	√	√	√		√			
Warna bunga	Putih bersih		√	√	√	√	√	√	√		√	√	√
	putih	√								√			
Warna kelopak bunga	Hijau muda		√		√			√			√		
	Hijau kemerahan	√		√		√	√		√	√		√	√
Warna buah	Merah cerah					√			√		√	√	√
	Merah												
	Merah tua	√	√	√	√		√	√		√			
Warna daging buah	Putih									√	√	√	√
	Merah					√		√	√				
	Merah tua		√	√	√		√						
	Merah kehitaman	√											
Rasa daging buah	Manis	√	√			√						√	
	Asam manis			√	√		√	√	√	√	√		√
Warna jumbai	Merah						√	√	√				
	Merah ujung hijau	√	√	√	√	√					√		
	Merah ujung kuning									√	√		√
Duri	Rapat	√	√	√	√	√	√	√					
	Jarang									√	√	√	√
Jumbai	Rapat	√	√	√	√	√	√	√					
	Jarang									√	√	√	√

Keterangan: P: Pasuruan, S: Sukoharjo, K: Klaten, B: Bantul.

Secara morfologi pada jarak kemiripan 60% varietas super merah Pasuruan dan merah Bantul selalu membentuk kelompok sendiri. Hal ini dikarenakan lokasi perkebunan berada didekat pantai dengan tekstur tanah yang berpasir. Lokasi pantai mampu memberikan pengaruh yang lebih kuat daripada pengaruh genetik. Daerah pantai memiliki iklim, suhu, kondisi tanah, ketinggian tanah dan kelembapan yang berbeda. Menurut Suranto (2001) bahwa munculnya variasi dapat disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor lingkungan dan faktor genetik. Apabila faktor genetik memiliki pengaruh yang lebih kuat daripada faktor lingkungan, maka apabila tumbuhan tersebut hidup pada lingkungan yang berbedapun tidak akan menunjukkan variasi morfologi sesuai dengan tempat asalnya dan Apabila faktor lingkungan lebih kuat memberikan pengaruh daripada faktor genetik maka tanaman ditempat yang berbeda akan memiliki morfologi yang bervariasi.

Sifat genetik tanaman dipengaruhi faktor-faktor lingkungan. Fenotip pada individu merupakan interaksi antara genotip dan lingkungan (Sitompul dan Guritno 1995). Faktor lingkungan diyakini dapat mempengaruhi terjadinya perubahan morfologi tanaman (Cahyarini *et al.* 2004).

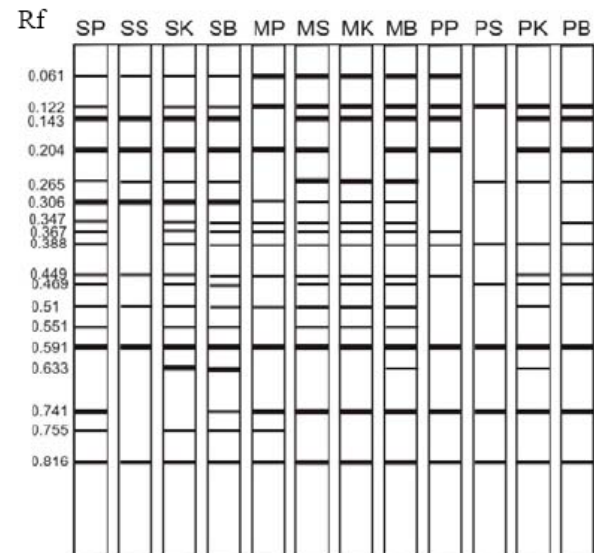
Perangkat gen mampu berinteraksi dengan lingkungannya. Dalam hal ini, faktor lingkungan dapat memberi pengaruh terhadap kemunculan ciri atau sifat suatu individu. Misalnya dua individu memiliki perangkat gen yang sama, tetapi hidup dilingkungan yang berbeda maka kedua individu tersebut dapat saja memunculkan ciri dan sifat yang berbeda.

Pola pita isozim

Hasil elektroforesis menunjukkan bahwa isozim esterase yang diuji dapat divisualisasikan dengan baik sehingga memungkinkan untuk dilakukan interpretasi genetik. Zimogram pola pita isozim esterase tanaman buah naga terlihat pada Gambar 2. Dari data ini dibuat dendrogram seperti pada Gambar 3.

Corak dari zimogram hasil elektroforesis isoenzim dapat dianggap sebagai ciri fenotipik, melalui uji genetik dapat ditentukan corak zimogramnya yang dikode oleh gen-gen pada lokus yang sama dan gen-gen pada lokus yang berbeda (Sudaryono 1989). Pada gel, isoenzim dapat dipisahkan dengan menggunakan metode elektroforesis dan hasilnya berupa zimogram

pola pita. Zimogram hasil elektroforesis bercorak khas sehingga dapat digunakan sebagai ciri fenotip untuk mencerminkan perbedaan genetik (Sriyono 2005).



Gambar 2. Zimogram isozim esterase buah naga dari empat lokasi pengambilan sampel. Keterangan: Rf: Jarak migrasi. SP: super merah Pasuruan, SS: super merah Sukoharjo, SK: super merah Klaten, SB: super merah Bantul MP: merah Pasuruan, MS: merah Sukoharjo, MK: merah Klaten, MB: merah Bantul, PP: putih Pasuruan, PS: putih Sukoharjo, PK: putih Klaten, PB: putih Bantul.

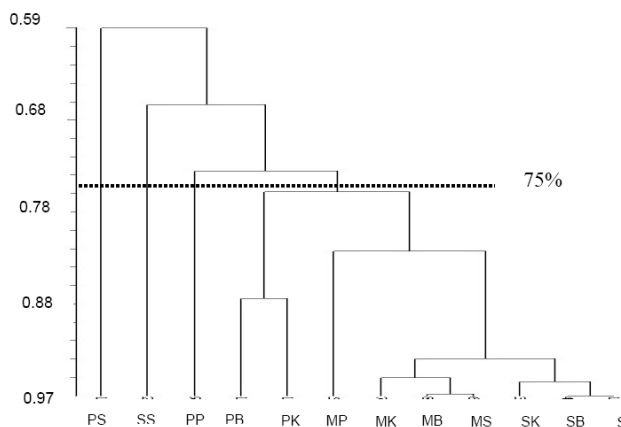
Migrasi isozim pada elektroforesis bergerak dari kutub negatif ke kutub positif. Enzim esterase mengekspresikan 18 pita. Pita pada Rf 0,591 dan 0,816 dimiliki oleh semua varietas dari empat lokasi pengambilan sampel. Varietas buah naga merah dari Bantul mengekspresikan pita spesifik yaitu pada Rf 0,633 dan Pasuruan pada Rf 0,755 yang tidak dimiliki oleh tanaman buah naga merah dari 3 lokasi lainnya. Pita spesifik ini terekspresi dalam fenotip morfologinya yaitu bentuk buah yang lonjong sementara buah dari daerah lain bulat dan warna batang hijau sedangkan warna batang tanaman lainnya hijau tua.

Buah naga putih Bantul mengekspresikan pita spesifik yaitu pita pada Rf 0,347 yang tidak muncul pada lokasi yang lain. Pita spesifik ini terekspresi pada fenotip morfologinya yaitu warna batang hijau sedangkan yang lain berwarna hijau muda dan bentuk buah yang bulat. Klaten juga mengekspresikan pita yang unik pada Rf 0,510 dan 0,633 yang tidak dimiliki oleh lokasi lain. Pita spesifik ini terekspresi pada fenotip morfologi yaitu rasa buah yang lebih

manis dibandingkan buah dari lokasi lainnya dan warna jumbai merah dengan ujung berwarna hijau sedangkan buah yang lain berwarna merah dengan ujung kuning. Nandariyah *et al.* (2004) mengatakan bahwa kultivar yang mempunyai sifat spesifik memiliki perbedaan pada rasa daging buah, tekstur daging buah dan tangkai daun yang khas yang tidak dimiliki oleh kultivar lainnya.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nandariyah (2007) tentang identifikasi keragaman pada kultivar salak manggala memiliki pita spesifik yang tidak dimiliki oleh kultivar lain dapat dihubungkan dengan ciri khas yang menonjol pada kultivar ini yaitu sifat ujung daun melengkung dan kulit buah lurik yang tidak dijumpai pada kultivar lain.

Sifat-sifat kuantitatif biasanya dikontrol oleh banyak gen dan sangat dipengaruhi oleh lingkungan, Sedangkan sifat kualitatif berhubungan dengan ada tidaknya pita pada jarak migrasi tertentu yang mencerminkan ada tidaknya asam amino penyusun enzim yang merupakan produk gen itu sendiri (Bailey, 1983 dalam Setianto 2001). Perbedaan tebal tipisnya pita yang terbentuk disebabkan karena perbedaan berat molekul yang termigrasi, semakin besar berat molekul tidak dapat terpisah dengan baik, sehingga membentuk pita yang tebal. Molekul yang mempunyai kekuatan ionik besar akan termigrasi lebih jauh daripada yang berkekuatan lebih rendah (Cahyarini 2004).



Gambar 3. Dendrogram esterase tanaman buah naga dari empat lokasi pengambilan sampel. Keterangan: PS: Putih Pasuruan, SS: Super merah Sukoharjo, PP: Putih Pasuruan, PB: Putih Bantul, PK: Putih Klaten, MP: Merah Pasuruan, MK: Merah Klaten, MB: Merah Bantul, MS: Merah Sukoharjo, SK: Super merah Klaten, SB: Super merah Bantul, SP: Super merah Pasuruan.

Kelompok-kelompok yang terpisah pada jarak kemiripan diatas 0,75 atau kemiripan 75% sebenarnya masih mempunyai kemiripan yang dekat. Karena jarak kemiripan bisa dikatakan jauh apabila kurang dari 0,60 atau 60% (Cahyarini 2004). Hasil analisis menunjukkan bahwa Pada jarak kemiripan kurang dari 75% dari 12 buah naga yang diteliti terbagi menjadi 4 kelompok (Tabel 3).

Tabel 3. Pembagian kelompok buah naga pada jarak kemiripan kurang dari 0,75 atau kemiripan kurang dari 75%.

Kelompok	Varietas	Kode
I	Putih Sukoharjo	PS
II	Super merah	SS
III	Sukoharjo	PP
IV	Putih Pasuruan	PB
	Putih Bantul	PK
	Putih Klaten	MP
	Merah Pasuruan	MK
	Merah Klaten	MB
	Merah Bantul	MS
	Merah Sukoharjo	SK
	Super merah Klaten	SB
	Super merah Bantul	SP
	Super merah Pasuruan	

Dari hasil pengelompokan diatas menunjukkan bahwa untuk varietas super merah Sukoharjo memisah dari super merah yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat variasi genetik pada buah naga berdaging super merah dari empat lokasi. Pola pita isozim buah naga super merah Sukoharjo mengalami sedikit perbedaan dari buah naga yang berasal dari Pasuruan yang merupakan daerah pertama buah naga ditanam. Hal ini dimungkinkan varietas buah naga dari Sukoharjo memiliki plastisitas dalam responnya terhadap lingkungan. Menurut Fitter (1998) bahwa perbedaan respon terhadap lingkungan (hara) adalah berkaitan dengan hereditas, sehingga pemulia tanaman dapat menciptakan respons pemupukan dari tanaman pangan. Claudia *et al.* (2002) menjelaskan bahwa lingkungan yang terlalu dominan dapat mempengaruhi aktivitas enzim, seperti panas, temperatur, dan pH. Hal ini disebabkan rusaknya fungsi enzim oleh keadaan lingkungan. Penelitian pada insecta sudah membuktikan bahwa esterase dipengaruhi oleh lingkungan tertentu yang dominan (Hadiati 2002).

Semakin rendah tingkat kemiripan genetik dari tanaman antar akses, menunjukkan

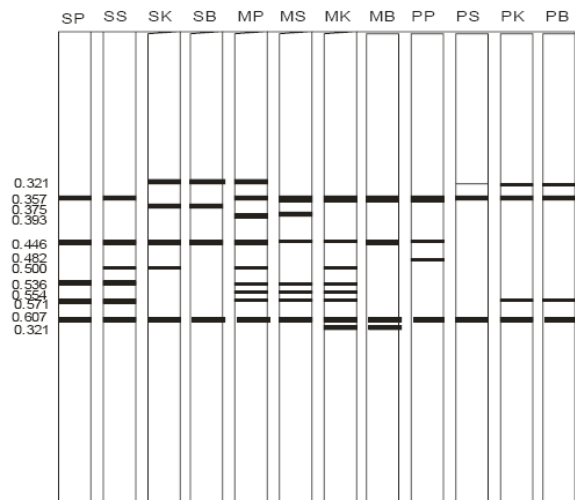
keragaman genetik antar aksesori tersebut semakin tinggi. Sebaliknya semakin tinggi kemiripan genetik antar aksesori, semakin rendah pula tingkat keragaman genetik yang dihasilkan (Sulistyowati 2008). Terjadinya variabilitas genetik dalam populasi satu jenis makhluk hidup dialam dapat disebabkan oleh hibridisasi (seksual dan somatik), mutasi alamiah, dan perpindahan gen dari jenis makhluk hidup yang sama atau berbeda (transgenik). Peluang dari ketiga faktor tersebut sangat jauh berbeda (Baihaki 2002; Mansyah 2003).

Menurut penelitian Pasquet *et al.* (1999) terhadap species kacang tanah *Bambara* liar dan budidaya, rendahnya keragaman gen dapat dikarenakan sistem penyerbukan autogami yang kuat pada spesies tersebut. Perbedaan faktor lingkungan dimana ekspresi isozim dapat muncul karena faktor lingkungan (Supriyadi 2006). Sitompul dan Guritno (1995) mengatakan bahwa penampilan bentuk tanaman dikendalikan oleh sifat genetik tanaman dibawah pengaruh faktor-faktor lingkungan. Perkembangbiakan buah naga lebih banyak dilakukan dengan perbanyak vegetatif daripada perbanyak generatif (Kristanto 2008). Perbanyak dengan vegetatif ini tidak banyak menghasilkan keturunan yang bervariasi, sehingga varietas buah naga mempunyai tingkat kemiripan genetik yang dapat dikatakan tinggi. Tingginya tingkat kemiripan genetik menunjukkan rendahnya tingkat keragaman genetik pada buah naga.

Maideliza dan Masyuridin (2007) mengatakan bahwa aliran gen yang tinggi biasanya didapatkan pada tanaman yang kawin silang dan berkembang biak dengan biji. Tanaman buah naga berkembangbiak dengan stek batang sehingga memiliki tingkat kemiripan genetik yang tinggi. Tanaman buah naga yang didapatkan tersebar di beberapa daerah ini dimungkinkan berasal dari satu sumber genetik dengan tipe genetik berbeda kemudian tersebar ke berbagai tempat dengan bantuan manusia.

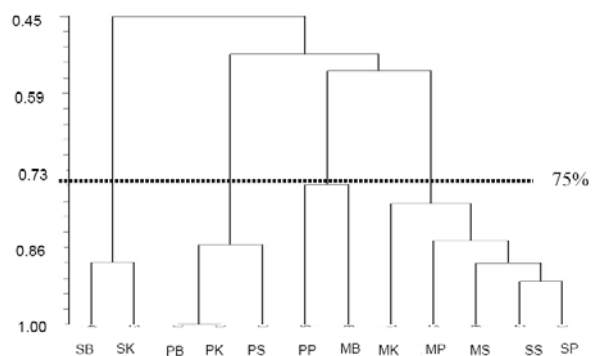
Enzim Glutamate Oksaloasetat Transaminase (GOT)

Pola pita isozim Glutamate Oksaloasetat Transaminase (GOT) pada buah naga berdaging super merah dapat diperlihatkan dalam zimogram pada Gambar 4, dan selanjutnya dibuat dendrogram seperti pada Gambar 5.



Gambar 4. Zimogram isozim GOT buah naga dari empat lokasi pengambilan sampel. Keterangan: Rf: Jarak migrasi. SP: super merah Pasuruan, SS:super merah Sukoharjo, SK:super merah Klaten, SB: super merah Bantul MP: merah Pasuruan, MS:merah Sukoharjo, MK: merah Klaten, MB: merah Bantul, PP: putih Pasuruan, PS: putih Sukoharjo, PK: putih Klaten, PB: putih Bantul.

Isozim GOT pada tanaman buah naga mengekspresikan 12 pita. Rf 0,607 terdapat pada semua tanaman buah naga dari 4 lokasi. Varietas buah naga merah dari Pasuruan mengekspresikan pita spesifik yaitu pada Rf 0,321. yang tidak dimiliki oleh tanaman buah naga merah dari 3 lokasi lainnya. Pita spesifik ini terekspresi dalam fenotip morfologinya yaitu batang memiliki lekuk yang dalam, sedangkan batang varietas lain lekuk sedikit, rasa daging buah yang manis. Varietas buah naga putih dari Pasuruan juga mengekspresikan pita spesifik yaitu pada Rf 0,446 dan 0,48. Pita spesifik ini terekspresi dalam fenotip morfologinya yaitu warna buah yang merah tua.



Gambar 5. Dendrogram enzim GOT tanaman buah naga dari empat lokasi pengambilan sampel. Keterangan: SB: Super merah Bantul, SK: Super merah

Klaten, PB: Putih Bantul, , PK: Putih Klaten, PS: Putih Pasuruan, PP: Putih Pasuruan, MB: Merah Bantul, MK: Merah Klaten, MP: Merah Pasuruan, MS: Merah Sukoharjo, SS: Super merah Sukoharjo, SP: Super merah Pasuruan.

Pada jarak kemiripan 0,75 atau kemiripan 75% buah naga yang diteliti terbagi menjadi empat kelompok (Tabel 4).

Tabel 4. Pembagian kelompok buah naga pada jarak kemiripan 0,75 atau kemiripan 75%.

Kelompok	Varietas	Kode
I	Super merah Bantul	SB
	Super merah Klaten	SK
II	Putih Bantul	PB
	Putih Klaten	PK
III	Putih Sukoharjo	PS
	Putih Pasuruan	PP
IV	Merah Bantul	MB
	Merah Klaten	MK
	Merah Pasuruan	MP
	Merah Sukoharjo	MS
	Super merah Sukoharjo	SS
	Super merah Pasuruan	SP

Analisis kekerabatan ini menunjukkan adanya variasi genetik yang cukup tinggi. Varietas-varietas yang memiliki kedekatan genetik, diduga berasal dari tetua yang berkerabat dekat, sebaliknya varietas-varietas yang jarak genetiknya relatif tinggi, diduga berasal dari tetua yang jauh hubungan kekerabatannya dengan tetua varietas yang lain. Hasil di atas dapat digunakan sebagai acuan dalam penentuan induk untuk pembuatan bibit. Semakin jauh hubungan kekerabatan antar sampel, maka semakin kecil keberhasilan persilangan, tetapi kemungkinan untuk memperoleh genotip unggul lebih besar jika persilangan berhasil. Semakin beragam genetik, maka semakin besar kemungkinan diperoleh genotip unggul. Perkawinan antara individu dengan jarak genetik dekat atau hubungan kekerabatannya sama mempunyai efek peningkatan homozigositas, sebaliknya perkawinan antara individu berjarak genotip besar atau kekerabatannya jauh mempunyai efek peningkatan heterozigositas.

Isozim merupakan variasi yang terdapat pada enzim yang sama yang memiliki kemiripan fungsi dan terdapat pada individu yang sama. Enzim adalah suatu rantai asam amino dimana informasi genetik yang ada padanya merupakan translasi dari RNA, sedangkan RNA merupakan

transkripsi langsung dari DNA. Oleh karena itu adanya variasi pada level enzim menunjukkan adanya variasi pula pada level DNA (gen) (Na'im 2000).

Variasi pola pita yang dibentuk enzim GOT lebih sedikit dibandingkan dengan enzim esterase. Sriyono (2006) mengatakan bahwa perbedaan isoenzim akan menghasilkan kecepatan gerak yang tidak sama bila dikondisikan dalam medan listrik dan medium gel yang semiporous sehingga setiap enzim yang berbeda akan menyebabkan pola pita (*banding pattern*) yang berbeda pula.

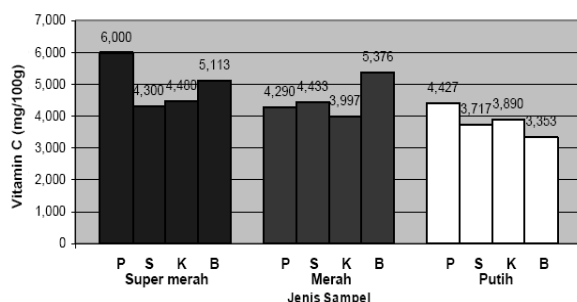
Pengelompokan enzim GOT menunjukkan bahwa varietas putih Pasuruan menjadi satu kelompok dengan merah Bantul. Ini merupakan suatu fenomena yang menarik. Fenomena ini muncul dimungkinkan karena sang pelopor buah naga dari Pasuruan, Jawa Timur Sapta Surya mengembangkan perkebunan buah naga di Kulonprogo dan wilayah Yogyakarta lainnya (Wijayanti 2005). Bibit buah naga yang diintroduksi dari Pasuruan ke Yogyakarta (Bantul) merupakan hasil persilangan antar varietas buah naga. Untuk membuktikan fenomena ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan enzim lain atau metode lain yang lebih modern misalnya menggunakan data DNA, apakah ini terjadi karena mutasi atau karena faktor lain. Fenomena ini juga terjadi pada nenas merah dan nenas hijau yang memiliki pigmen yang berbeda tetapi pola pita yang terbentuk sama (Hadiati 2002), juga terjadi pada kaktus dark marie dan kaktus marie yang berpigmen berbeda tetapi memiliki pola pita yang sama (O'Leary dan Boyle 2000). Dalam ilmu pemuliaan tanaman, introduksi tanaman mempunyai peranan penting untuk meningkatkan keragaman genetik di suatu daerah. Keperluan akan varietas unggul dengan mendatangkan dari daerah lain dapat membantu dalam penyediaan varietas unggul untuk petani dan sebagai bahan koleksi plasma nutfah (Allard 1998).

Novarianto (2008) menjelaskan bahwa pemuliaan sangat bergantung pada sumber keanekaragaman genetik. Keragaman genetik bukan hanya mengenai koleksi plasma nutfah secara fisik, tetapi juga penilaian sejauh mana keragaman genetik tersebut diperlukan dalam kegiatan manipulasi genetik kearah perakitan varietas yang diinginkan. Plasma nutfah perlu dievaluasi keragaman genetiknya sebagai dasar seleksi dalam persilangan atau perakitan varietas yang diinginkan konsumen.

Carvalho *et al.* (2004) menjelaskan bahwa polimorfisme yang dihasilkan dapat digunakan sebagai dasar untuk memilih induk tetua yang dapat digunakan untuk program pemuliaan tanaman. Untuk merakit varietas unggul, yang perlu diperhatikan adalah penentuan tetua persilangan, diperlukan informasi mengenai jarak genetik dan hubungan kekerabatan. Menurut Hadiati (2002) dalam persilangan, semakin jauh jarak genetik antar tetua, maka peluang dihasilkan kultivar baru akan menjadi besar. Sebaliknya, persilangan antar tetua yang berkerabat dekat mengakibatkan terjadinya variabilitas genetik yang sempit.

Kandungan vitamin C buah naga

Hasil uji kandungan vitamin C buah naga dari 4 lokasi menunjukkan perbedaan kandungan vitamin C seperti terlihat pada Gambar 6. Kandungan vitamin C terbanyak terdapat pada buah naga berdaging super merah Pasuruan (6.00 mg/100g), super merah Bantul (5.113 mg/100g) dan merah Bantul (5.376 mg/100g). Sedangkan buah naga berdaging putih memiliki kandungan vitamin C yang paling sedikit dibandingkan dengan varietas lain.



Gambar 6. Kandungan vitamin C buah naga berdaging super merah, merah dan putih dari empat lokasi pengamatan. Keterangan: P: Pasuruan, S: Sukoharjo, K: Klaten, B: Bantul.

Buah naga super merah dari kabupaten Pasuruan memiliki kandungan vitamin C yang paling tinggi dibandingkan dengan ketiga lokasi lainnya. Artinya bahwa buah naga setelah ditanam di kabupaten Sukoharjo, Klaten, dan Bantul mengalami penurunan kandungan vitamin C nya. Hal ini kemungkinan buah naga berdaging super merah lebih cocok ditanam di daerah pertama kali tanaman ini ditanam di Indonesia. Pasuruan termasuk daerah dataran rendah yang merupakan tempat yang ideal bagi pertumbuhan buah naga super merah. Kandungan vitamin C buah naga dari Pasuruan

tidak jauh berbeda dari Bantul karena memiliki curah hujan yang hampir sama dengan Pasuruan dan termasuk daerah dataran rendah.

Buah naga berdaging putih dari Pasuruan juga memiliki kandungan vitamin C tertinggi bila dibandingkan dengan ketiga daerah lainnya. Artinya tanaman buah naga berdaging putih juga paling cocok ditanam didaerah Pasuruan yang memiliki intensitas cahaya tinggi karena termasuk daerah pantai. dan termasuk daerah dataran rendah. Menurut Fitter (1998), produktivitas suatu komunitas merupakan satu refleksi dari fotosintesis neto dari spesies-spesies komponennya, dan dipengaruhi kuat oleh banyak faktor selain daripada intensitas cahaya. Meskipun demikian total irradiasinya selama satu musim pertumbuhan pada waktu-waktu dimana secara fisiologis penting merupakan determinan yang penting bagi produksi fotosintesis maksimum.

Kristanto (2008) mengemukakan bahwa kandungan vitamin C pada buah naga berkisar 8-9 mg/100 g. Hasil penelitian ini mendapatkan kandungan vitamin C lebih rendah. Hal ini dimungkinkan karena buah yang diambil sudah terlalu masak, sehingga menurunkan kadar vitamin C. Menurut Winarno (1995) dan de Man (1999) kandungan vitamin C pada buah yang masih mentah lebih tinggi dan semakin matang buah maka semakin berkurang kandungan vitamin C.

KESIMPULAN

Terdapat keragaman morfologi warna batang, warna kelopak bunga, warna daging buah, dan rasa daging buah tanaman buah naga berdaging super merah, merah, dan putih dari empat lokasi pengambilan sampel, Pasuruan, Sukoharjo, Klaten, dan Bantul. Terdapat variasi pola pita isozim pada varietas buah naga. Berdasarkan isozim esterase, muncul 18 pita dan terbagi menjadi empat kelompok. Berdasarkan isozim GOT, muncul 12 pita dan terbagi menjadi empat kelompok. Terdapat perbedaan kandungan vitamin C buah naga dari empat lokasi pengambilan sampel. Buah naga yang memiliki kandungan vitamin C tertinggi adalah super merah Pasuruan, super merah Bantul, dan merah Bantul.

DAFTAR PUSTAKA

- Airey R. 2005. Rahasia alami meringankan gejala batuk pilek. Erlangga. Jakarta.
- Allard RW. 1998. Principle of plant breeding. John Wiley and Sons, New York.
- Arulsekhar S, Parfit DE. 1986. Isozyme analisis procedures for stones fruit, almond, grape, walnut, pistachio and fig. J Hort Sci 21 (4): 928-933.
- Baihaki A. 2002. Rekayasa genetik: tantangan dan harapan dalam rekayasa genetika. Unpad Press. Bandung.
- Balen B, Marijana, Zadro I. 2004. Esterase activity and isoenzymes in relation to morphogenesis in *Mammillaria gracilllis* Pfeiff. tissue culture. Acta Bot Croat 63 (2): 83-91.
- Cahyarini RD, Yunus A, Purwanto E. 2004. Identifikasi keragaman genetik beberapa varietas lokal kedelai di Jawa berdasarkan analisis isozim. Agrosains 6 (2): 79-83.
- Claudia M, Takasusuki R, de Fatima PSMM, Conte H. 2002. Esterase-3 polymorphism in the sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera, Pyralidae). Genet Mol Biol 25 (1): 61-64.
- de Carvalho VM, de Fatima PSMM. 2004. Esterase polymorphism in remanant populations of *Aspidosperma polyneuron* Mull. Arg (Apocynaceae). Rev Arvore 28 (5): 625-631.
- de Man JM. 1999. Principles of food chemistry. 3rd ed. Aspen Publishers. Maryland.
- Fitter AH, Hay RKM. 1998. Fisiologi lingkungan tanaman. Gajah Mada Universitas Press. Yogyakarta.
- Gyorgy D, Pearson WN. 1964. The vitamin, chemistry, psychology methods. 2nd ed. Academic Press. New York.
- Hadiati S, Murdaningsih HK, Baihaki A, Rostini N. 2002. Variasi pola pita dan hubungan kekerabatan nenas berdasarkan analisis isozim. J Zuriat 13 (2): 65-72.
- Hartati, Usdiyanti P. 1997. Studi keragaman genetik tanaman kehutanan melalui analisis isozim. Warta Biotek 11 (1-2): 1-3.
- Julisaniah NI, Sulistyowati, Sugiharto. 2008. Analisis kekerabatan mentimun (*Curcumis sativus* L.) menggunakan metode RAPD-PCR dan isozim. Biodiversitas 9 (2): 99-102.
- Karcicio M, Izbirak A. 2003. Isozyme variations in some *Aegilops* L. and *Triticum* L. species collected from Central Anatolia. Turk J Bot 27: 433-440.
- Kristanto D. 2003. Buah naga pembudidayaan di pot dan di kebun. Swadaya. Jakarta.
- Maideliza T, Mansyurdin. 2007. Keragaman alel gadung liar (*Dioscorea bulbifera* L.) di Sumatera Barat. Makara Sains 11 (1): 23-27.
- Murphy J, Philips TD. 1993. Isozyme variation in cultivated oats and its progenitor species *Avena sterilis*. Crop Sci 33: 1366-1372.
- Na'iem M. 2000. Aplikasi isozim sebagai penanda molekuler untuk program konservasi dan pemuliaan pohon. Lokakarya ITTO. Yogyakarta.
- Nandariyah, Soemartono, Artama WT, Taryono. 2004. Keragaman kultivar salak (*Salacca zalacca* (Gaertner) Voss) di Jawa berdasarkan penanda RAPD. Agrosains 6 (2): 78-83.
- Nandariyah. 2007. Identifikasi keragaman genetik kultivar salak Jawa berdasarkan analisis RAPD. Agrosains 9 (2): 70-76.
- Novariantio H. 2008. Perakitan kelapa unggul melalui teknik molekuler dan implikasinya terhadap peremajaan kelapa di Indonesia. Pengemb Inov Pert 1 (4): 259-273.
- Nur MA, Adijuwana H. 1989. Teknik spektroskopi dalam analisis biologis. PAU Ilmu Hayat IPB. Bogor.
- O'Leary MC, Boyle TH. 2000. Diversity and distribution of isozymes in a *Schlumbergera* (Cactaceae) clonal germplasm collection. J Amer Soc Hort Sci 125: 81-85.
- Pasquet RS, Schwedes S, Gepts P. 1999. Isozyme diversity in bambara groundnut. Crop Sci 39 (4): 1228-1236.
- Rahayu S, Sumitro SB, Susilawati T, Soemarno. 2006. Analisis isoenzim untuk mempelajari variasi genetik sapi bali di Provinsi Bali. Berkala Penel Hayati 12: 1-5.
- Rolf FJ. 1993. NTSYS-pc numerical taxonomic and multivariate analysis system. Exeter Software. New York.
- Sitompul SM, Guritno. 1995. Analisis pertumbuhan tanaman. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sudaryono T. (1989) Analisis isozim pada tanaman anggur (*Vitis* sp.). [Tesis]. Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Suranto. 2001. Study on *Ranunculus* population: isozymic pattern. Biodiversitas 2 (1): 85-91.
- Suryono J. 2006. Mengkonsumsi buah naga untuk obati berbagai penyakit. Sinar Tani, 15-21 Februari 2006.
- Wijayanti. 2005. Kepak naga di tanah Jawa. Trubus 36, Januari 2005.
- Winarno FG. 1995. Enzim pangan. Gramedia. Jakarta.
- Yunus, A. 2007a. Identifikasi keragaman genetik jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) di Jawa tengah berdasarkan penanda isoenzim. Biodiversitas 8 (3): 249-252.
- Yunus, A. 2007b. Studi morfologi dan isoenzim jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) sebagai bahan baku energi terbarukan di Jawa Tengah. Enviro 9 (1): 73-82.